

# Sichere Ortung von Schienenfahrzeugen auf Regionalstrecken

Dr. Carla Eickmann



# Inhalt

1. Satellitengestützte Ortung für den Schienenverkehr beim DLR
2. Hintergrund
  - Ortung im Schienenverkehr heute
  - Motivation für fahrzeugseitige Ortung
    - Regionale Infrastruktur
    - Ausblick Europäisches Zugsicherungssystem ETCS
3. Ortungssystem POSITRON
4. Anforderungen an die Genauigkeit ↔ Kapazität der Infrastruktur
5. Betrachtung digitale Karte
6. Fazit





# Satellitengestützte Ortung für den Schienenverkehr beim DLR in Braunschweig

- Identifizierung von GNSS-basierten Applikationen im Bahnsektor
- Identifizierung der Anforderungen von Zugsicherungs- und Streckensicherungssystemen an satelliten-basierte Ortungssysteme
- Entwicklung und Test von GNSS-gestützten fahrzeugautarken Ortungssystemen für den Einsatz bei sicherheitskritischen Anwendungen im Bahnsektor
- “GALILEO im Verkehr –Anwendungspotenzial und DLR-Expertisen“  
Download unter:

[www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/verkehr/Galileo\\_Anwendungen.pdf](http://www.dlr.de/Portaldata/1/Resources/verkehr/Galileo_Anwendungen.pdf)

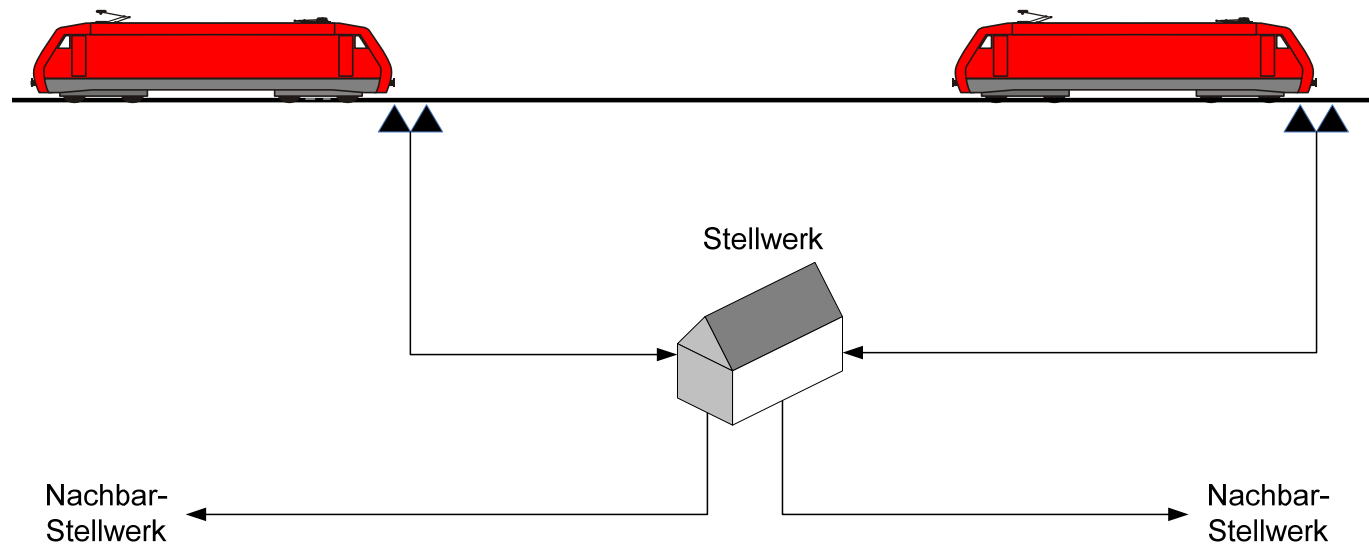




# Ortung im Schienenverkehr

- Güterverkehr: Warenverfolgung
- Fahrzeugdisposition: Fahrzeugverfolgung
- Fahrgastinformation/Anschlusssicherung
- Betrieb der Infrastruktur

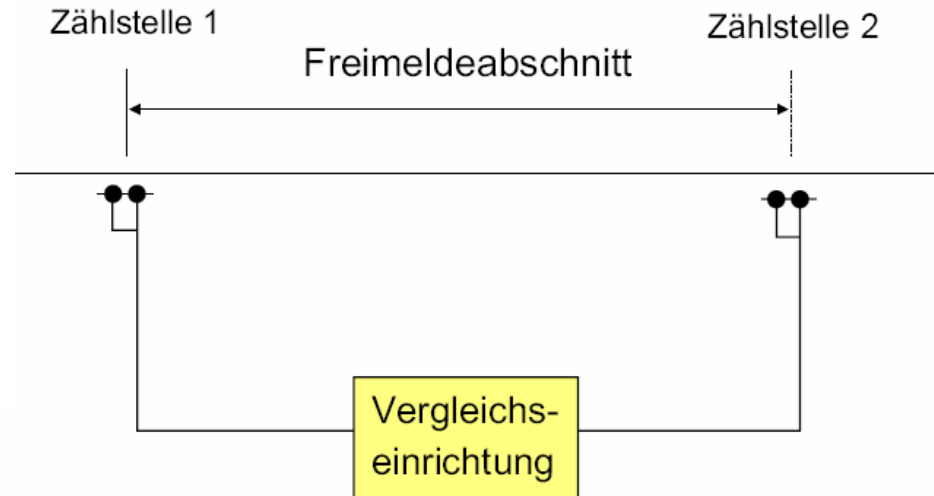
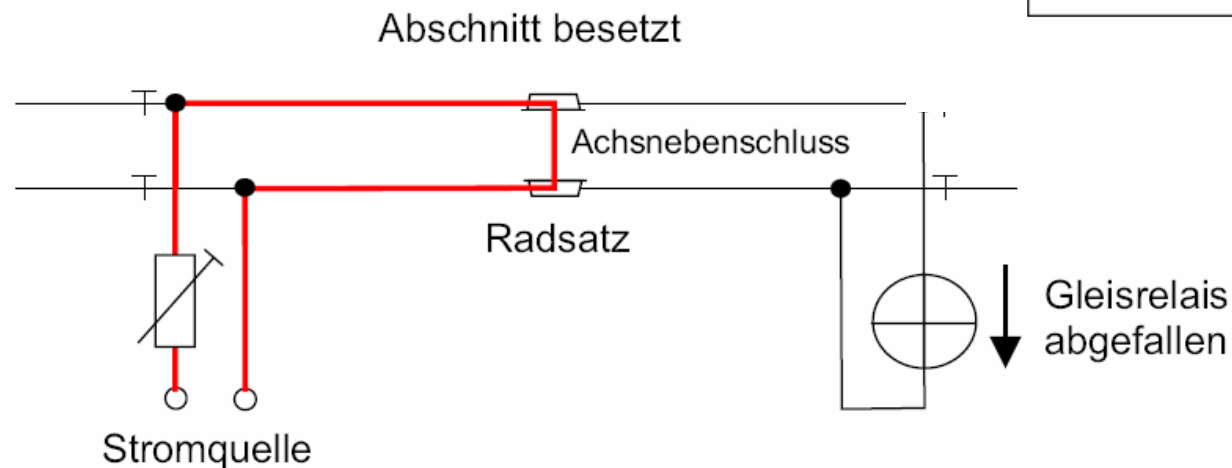
nicht  
sicherheits-  
kritisch





# Heutige streckenseitige Ortungsverfahren Für den Betrieb der Infrastruktur

- Gleisfreimeldung
  - Achszählkreise
  - Gleisstromkreise



[Vorlesung Prof. Pachl]

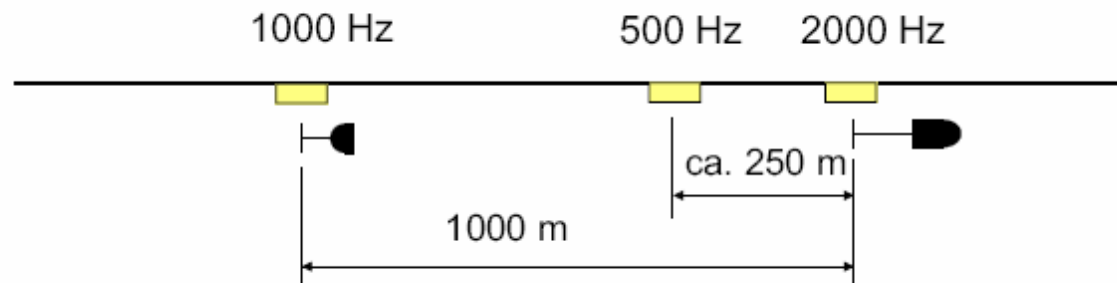




# Heutige streckenseitige Ortungsverfahren Für den Betrieb der Infrastruktur

- Gleisfreimeldung
  - Achszählkreise
  - Gleisstromkreise

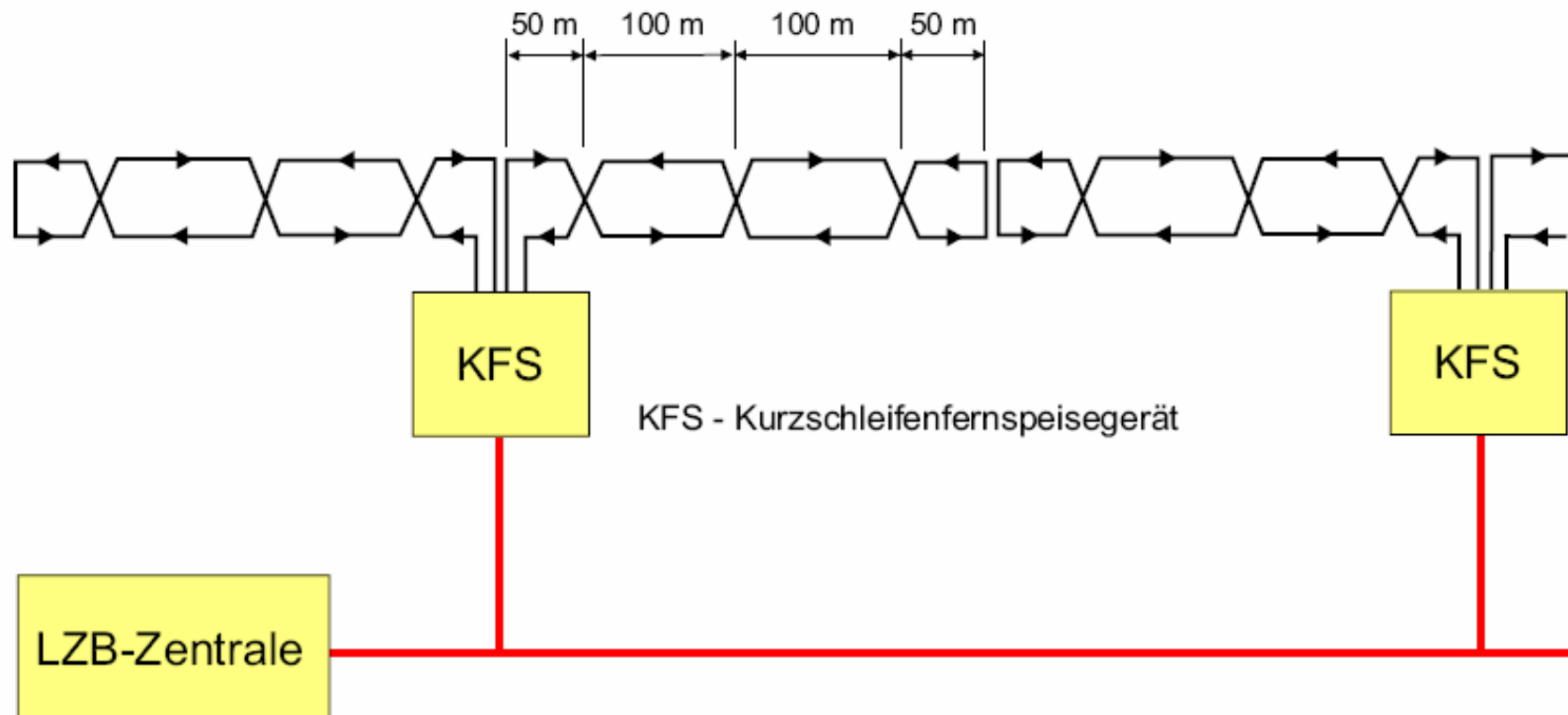
- Zugbeeinflussung
  - Punktförmig
  - Linienförmig



[Vorlesung Prof. Pachl]



## Heutige streckenseitige Ortungsverfahren Für den Betrieb der Infrastruktur



LZB = Linienförmige Zugbeeinflussung

[Vorlesung Prof. Pachl]



# Heutige streckenseitige Ortungsverfahren Für den Betrieb der Infrastruktur

- Gleisfreimeldung
  - Achszählkreise
  - Gleisstromkreise
  
- Zugbeeinflussung
  - Punktförmig
  - Linienförmig
- **Sicherung Bahnübergang**



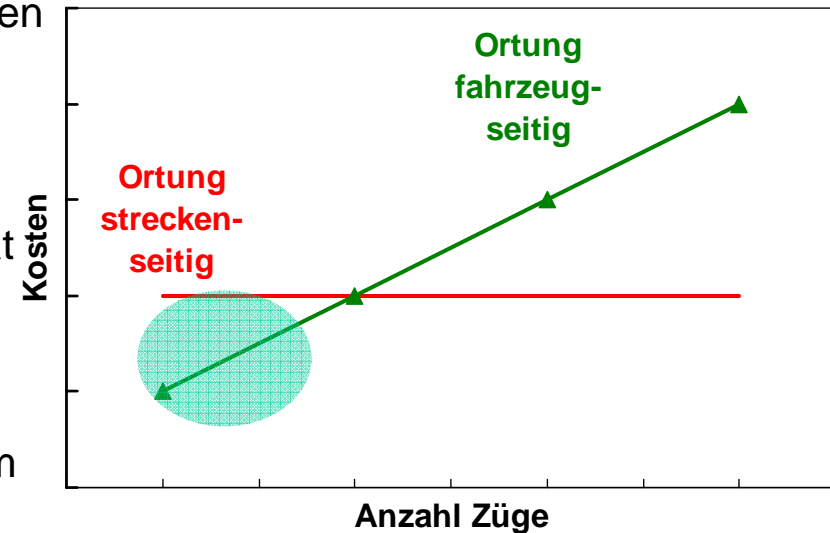




# Ortung im Schienenverkehr

## Motivation für fahrzeugseitige Verfahren

- Streckenseitige Ortungsverfahren führen zu
  - einem erheblichen Wartungsaufwand und
  - einer unzureichenden Flexibilität gegenüber wandelnden betrieblichen Anforderungen
- ➔ Strecken mit schwachem bis mäßigem Aufkommen sind unverhältnismäßig teuer
- Für moderne Betriebsverfahren wie ETCS ist eine fahrzeugseitige, kontinuierliche Ortung erforderlich

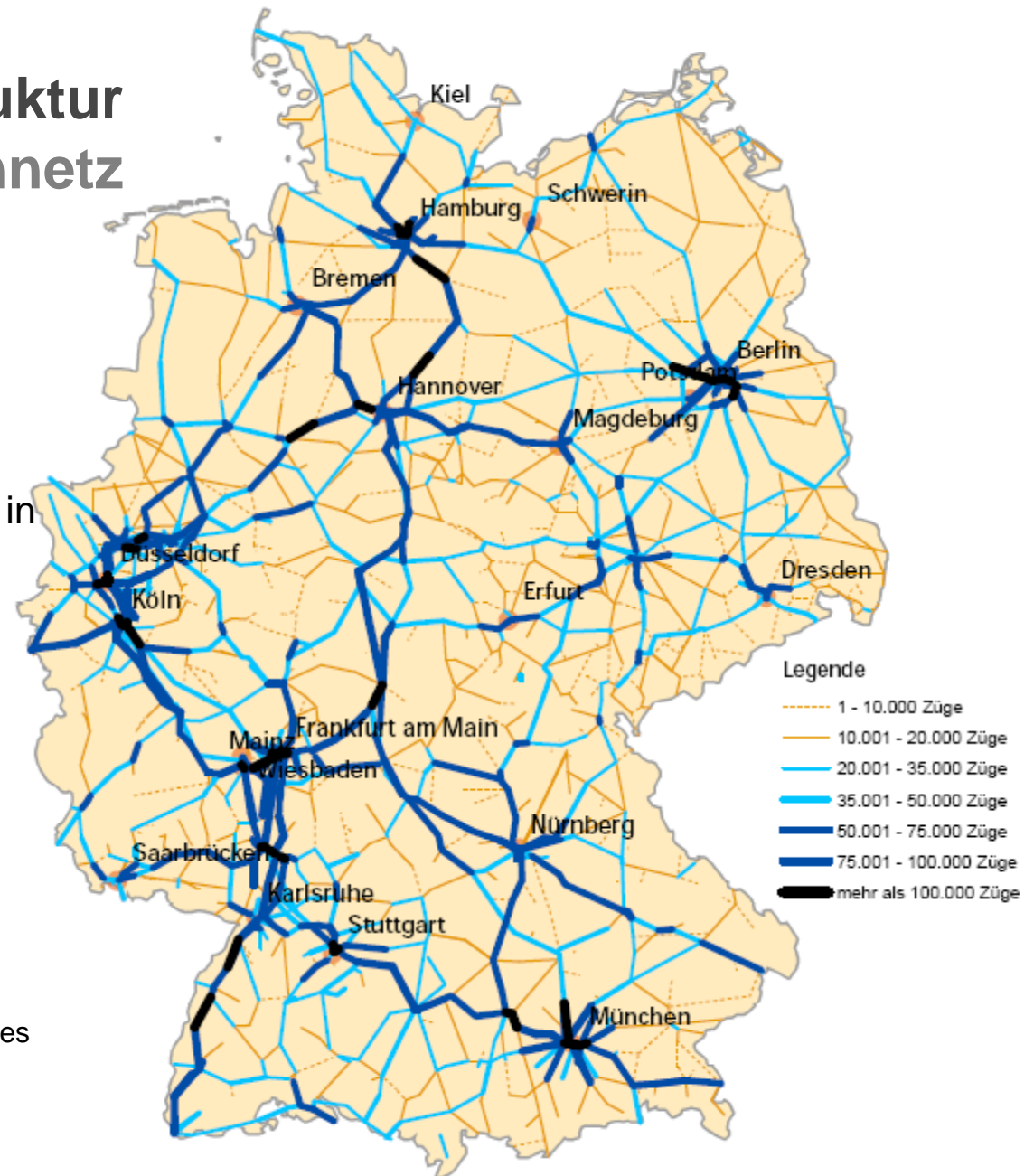




## Regionale Infrastruktur Anteil am Streckennetz

Z.B.

- Keine Elektrifizierung
- Eingleisigkeit
- ➔ 41 % des 38.000 km umfassenden Streckennetzes in Deutschland



[Statistisches Bundesamt: Verkehr;  
Eisenbahnverkehr; Betriebsdaten des  
Schienenverkehrs]



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



# European Train Control System

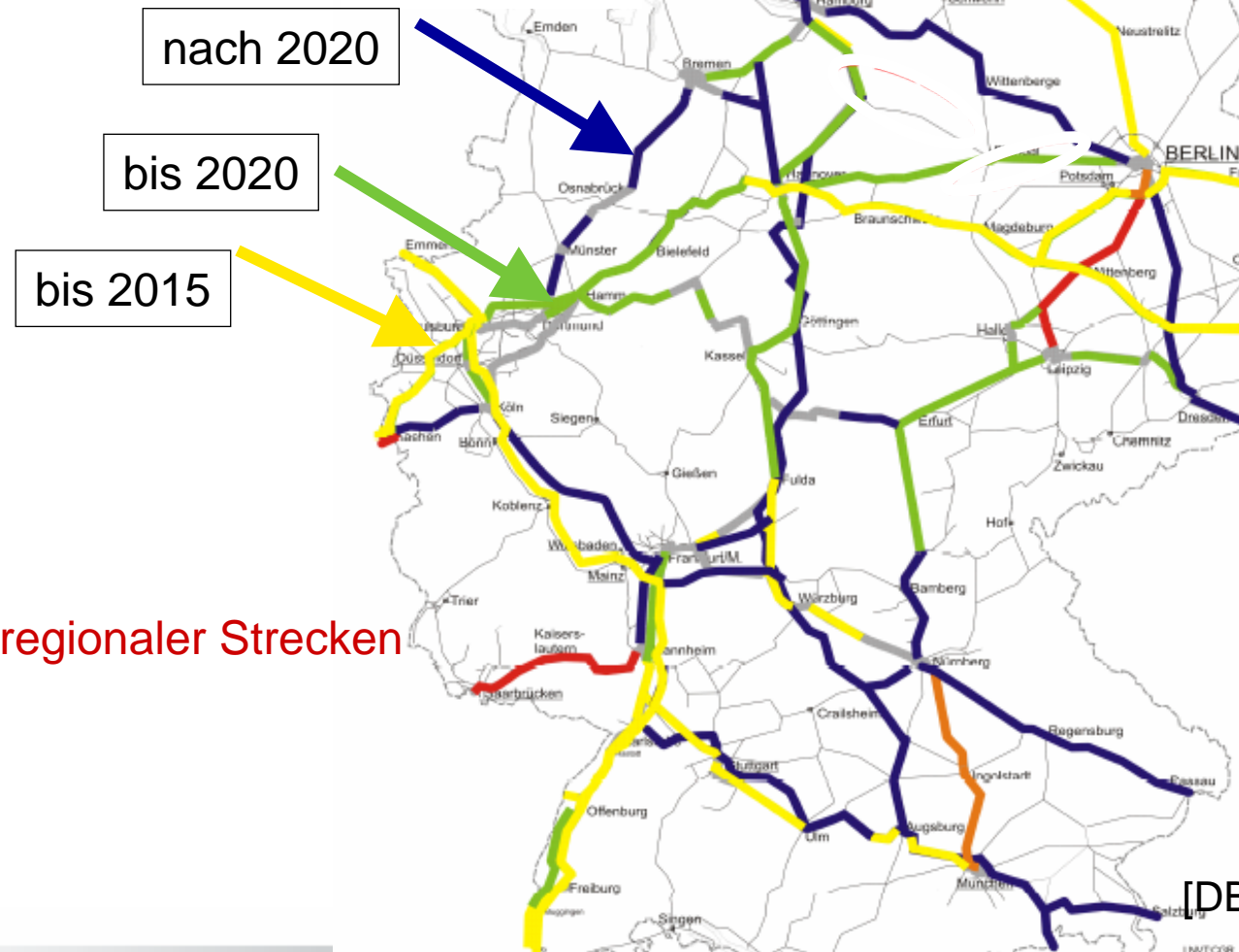
## Entwicklung hin zu fahrzeugseitiger Ortung

	Streckenseitige Elemente	Fahrzeugseitige Elemente
Level 1	Euro-Balisen (z.B. Übertragung Signalbegriffe und Gleisparameter) Gleisfreimeldung, Signale, Stellwerk	ETCS-Onbord-Unit (Zugbeeinflussung, Geschwindigkeitsüberwachung)
Level 2	Euro-Balisen (Ortung), Gleisfreimeldung, Stellwerk, Radioblockcenter	ETCS-Onbord-Unit (Zugbeeinflussung, Geschwindigkeitsüberwachung) Signalisierung
Level 3	Euro-Balisen (Ortung), Stellwerk, Radioblockcenter	ETCS-Onbord-Unit (Zugbeeinflussung, Geschwindigkeitsüberwachung) Signalisierung, Zugvollständigkeitsüberwachung



## ETCS-Migration HGV und konventionelles Netz

# Entwicklung ETCS Aktuelle Zeithorizonte



- lange Zeithorizonte
- keine Einbeziehung regionaler Strecken

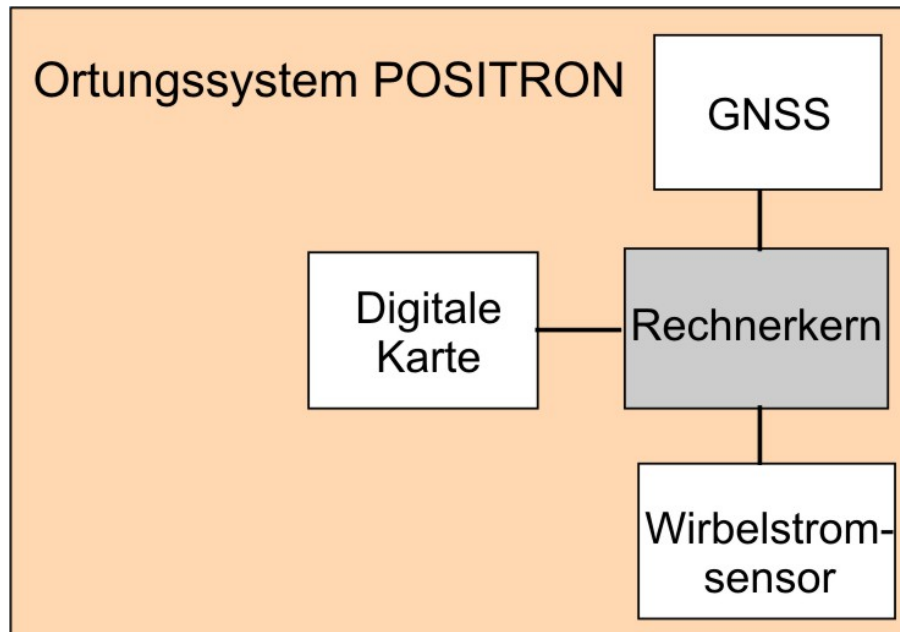
[DB AG]



Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



# Entwicklung Ortungssystem POSITRON



[DLR]

- Sicherheitskritische Ortung für regionale Strecken
- Entwicklung eines ETCS-3-geeigneten Ortungssystems
- Ortungssystem mit hohem Migrationspotenzial

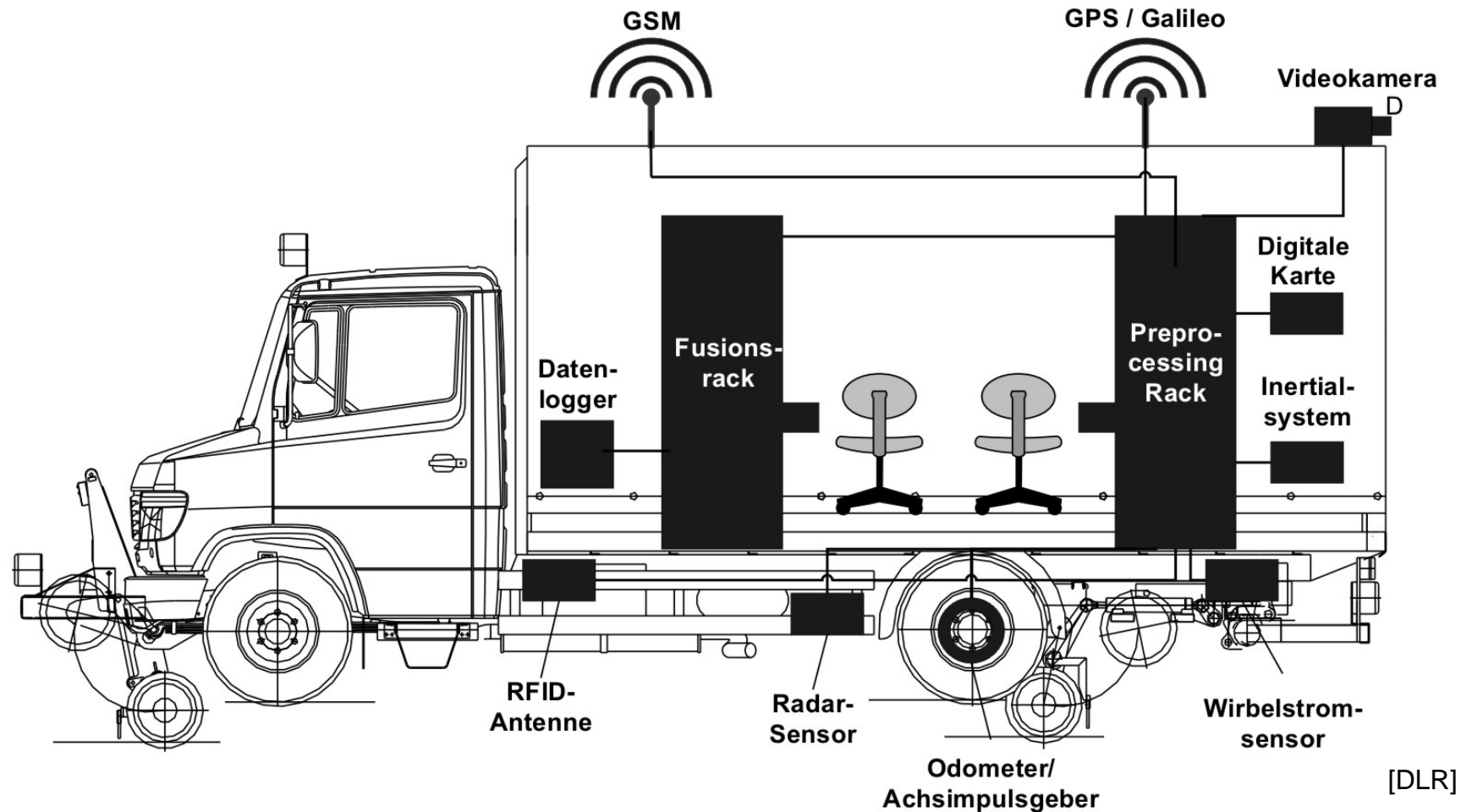






# Erprobung POSITRON

## RailDrIVE®: Großanlage Demonstrator für Ortung

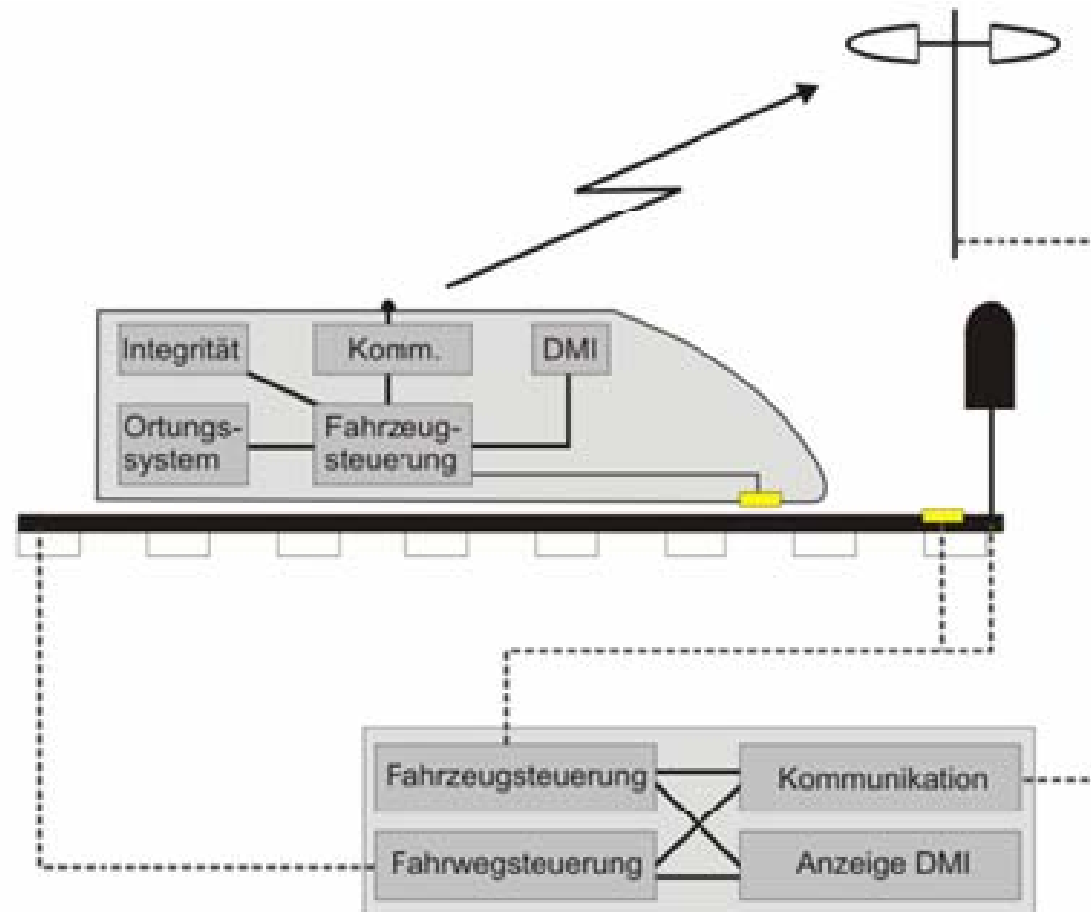






# Anwendung POSITRON

## 1 Gleisfreimeldung

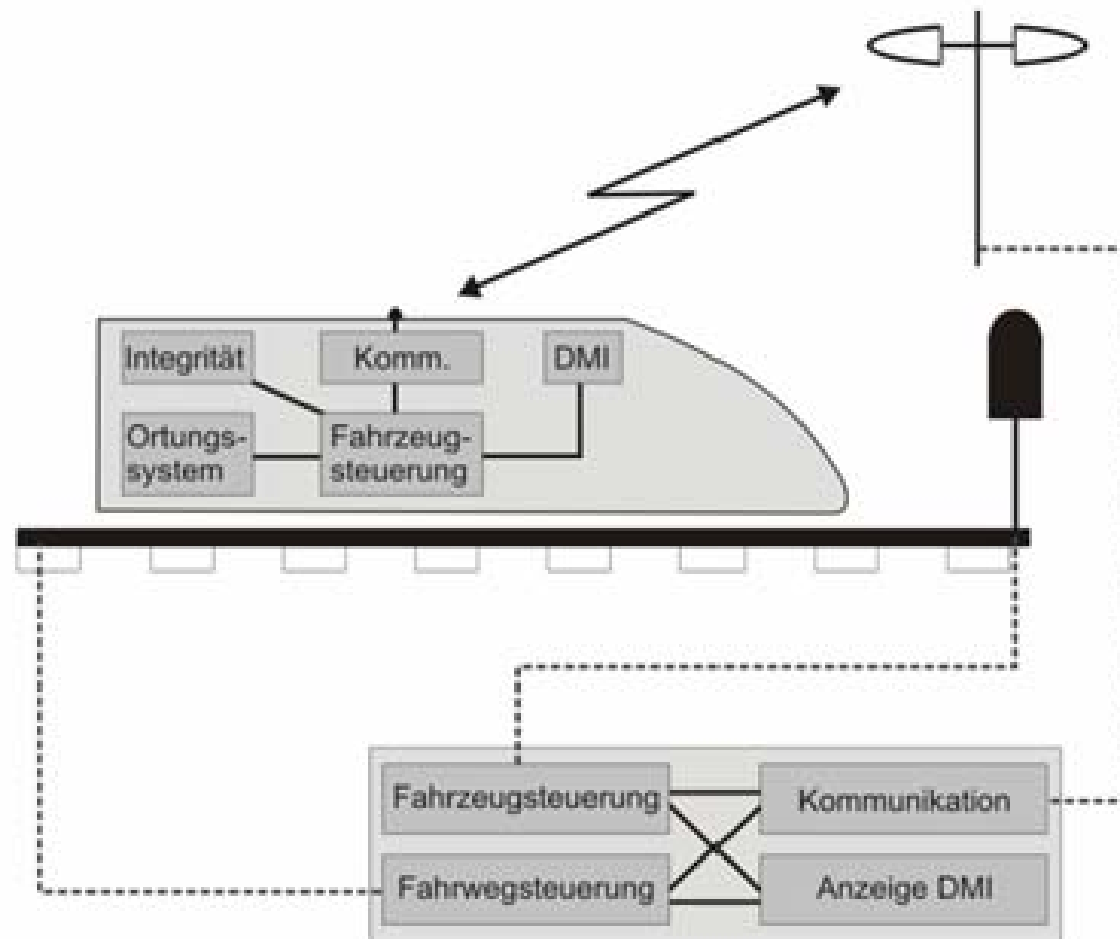


[DLR]



# Anwendung POSITRON

## 2 Auslösung Zugbeeinflussung

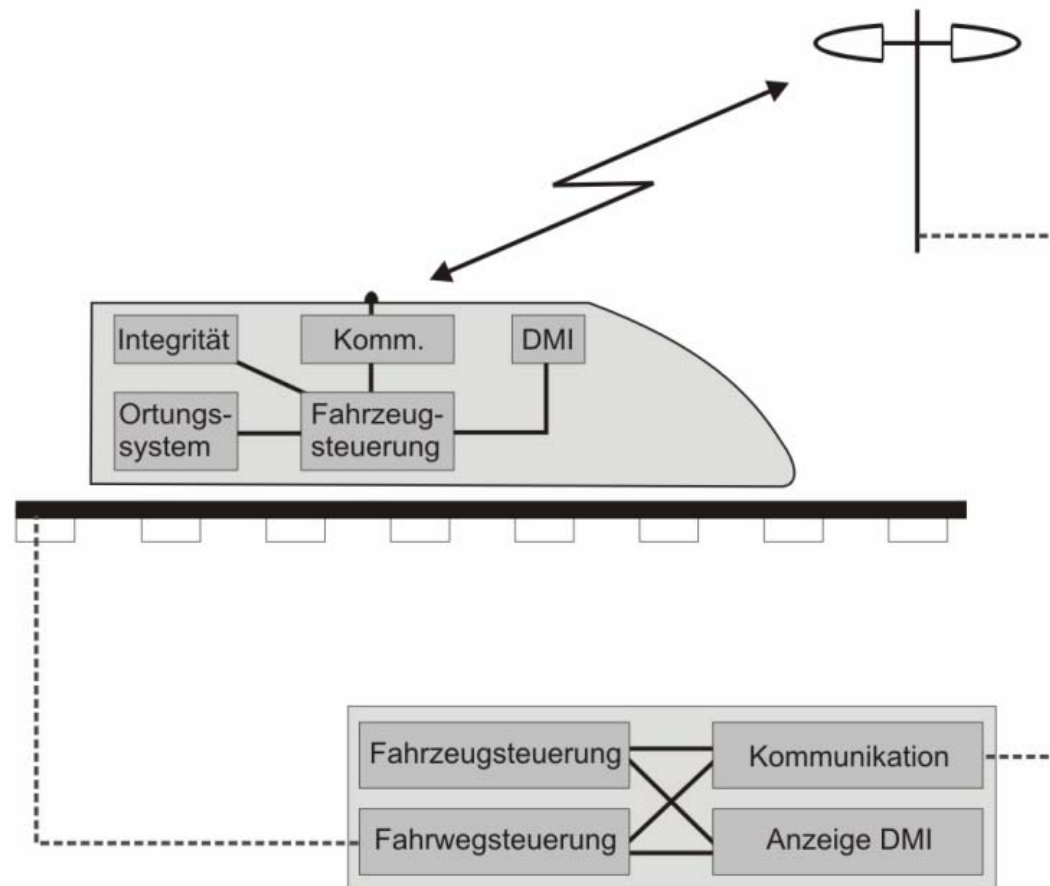


[DLR]



# Anwendung POSITRON

## 3 Führerstandssignalisierung

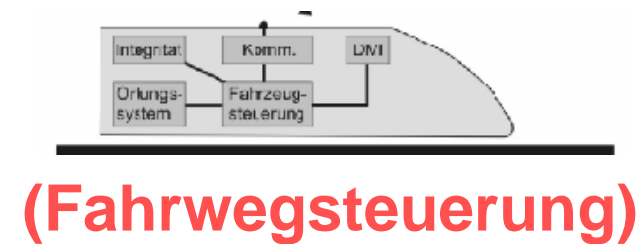
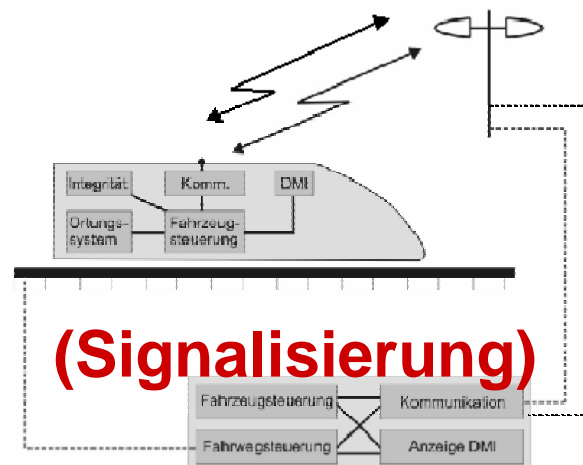
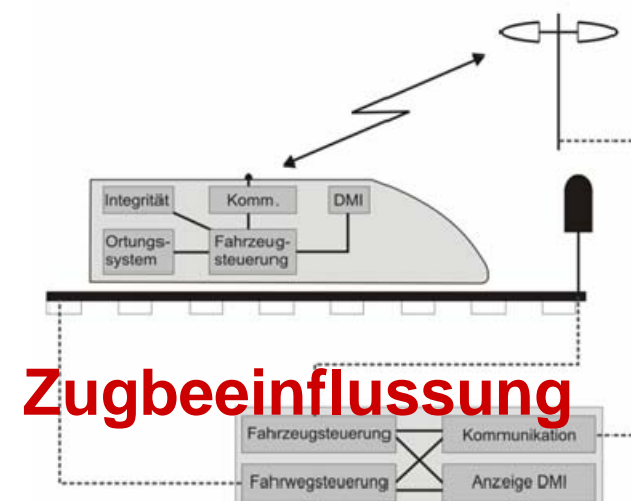
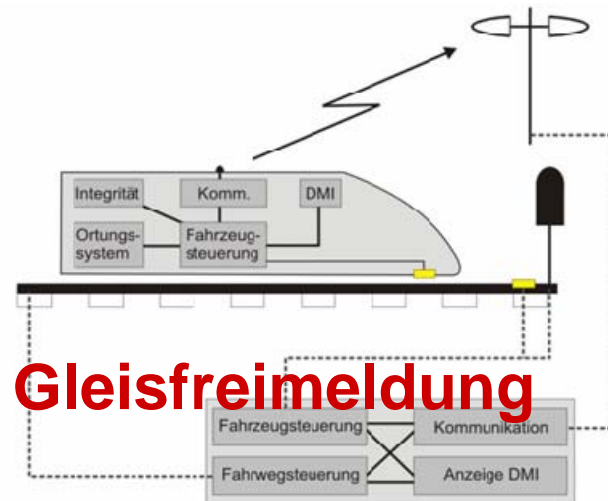


[DLR]



# Anwendung POSITRON

## Auswahl für regionale Infrastruktur



[DLR]

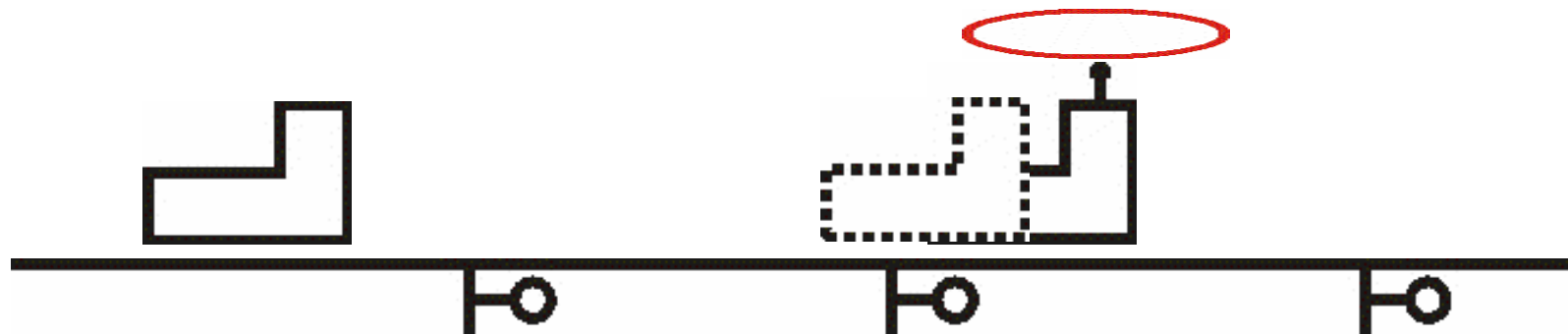


## Anforderungen an Genauigkeit

- In Querrichtung → gleisgenau  
d.h. ca. 1,75 m
- In Längsrichtung → Abhängig von mehreren Faktoren



## Auswirkungen Genauigkeit bei Folgefahrt Stufe 1- Gleisfreimeldung



**→ Mindestzugfolgezeit steigt mit der Ungenauigkeit und fehlender Verfügbarkeit in Längsrichtung**

[DLR]



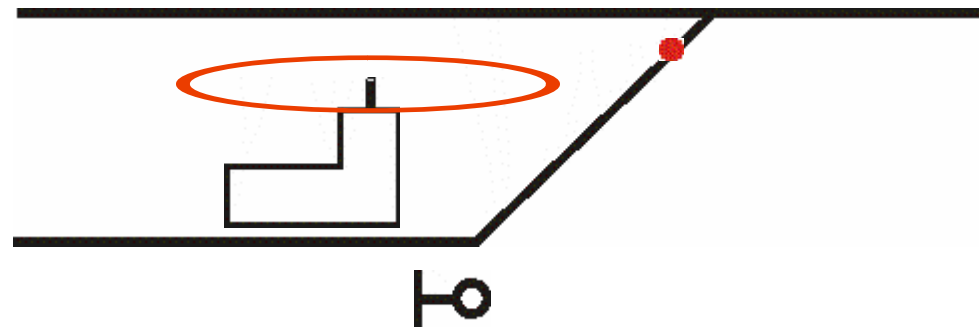
Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Sichere Ortung von Schienenfahrzeugen auf Regionalstrecken > 16. Oktober 2007 > Folie 20  
Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung





## Auswirkungen Genauigkeit und Verfügbarkeit bei Gegenfahrt oder Überholung: Stufe 1- Gleisfreimeldung

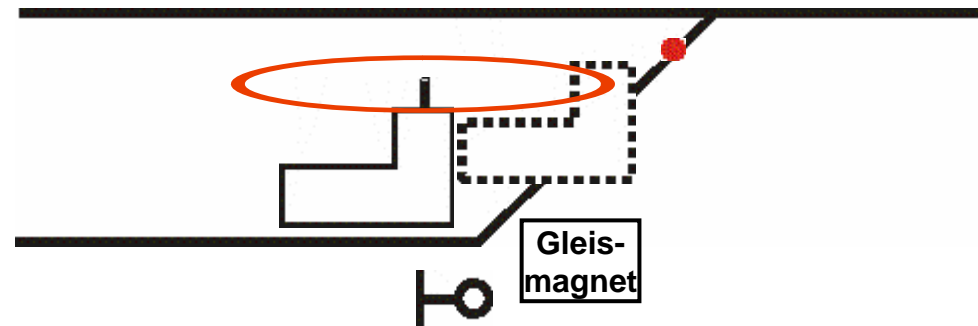


**→ Bei zu großer Ungenauigkeit oder zu geringer Verfügbarkeit  
kann keine Gegenfahrt oder Überholung erfolgen!**

[DLR]



## Auswirkungen der Genauigkeit und Verfügbarkeit auf die Streckenkapazität: Stufe 2 - Zugbeeinflussung



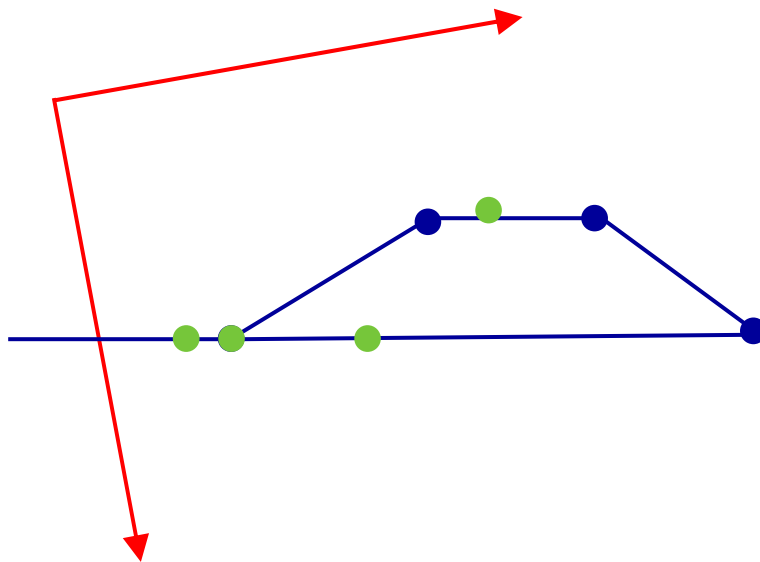
**→ Bei zu großer Ungenauigkeit und zu geringer Verfügbarkeit kann die Zugbeeinflussung nicht rechtzeitig wirken!**

[DLR]



# Digitale Karte

## Umfang



- Ein Bezugskoordinatensystem
- Den Streckenverlauf  
(beispielsweise in Form eines Knoten-Kanten-Modells, dazu die Attribute von Knoten und Kanten)
- Den Bezug zwischen Koordinaten und Strecken
- Referenzpunkte (Signalstandorte, Gefahrenpunkte, Weichen etc)





# Digitale Karte

## Erforderliche Informationen

Stufe	Aufgabe Ortungssystem	Hinterlegte Elemente
1	Gleisfreimeldung	Fahrweg (Gleise, Weichen), Referenzpunkte: Blockgrenzen
2	+ Substitution streckenseitiger Einrichtungen zur Zugbeeinflussung	+ Referenzpunkte: Position und Typ der Gleismagnete
3	+ Übermittlung Signalbegriffe	+ Referenzpunkte: Position und Typ der Signale
4	+ Steuerung der Fahrwegelemente	+ Referenzpunkte: Position und Typ der Gefahrpunkte



# Digitale Karte

## Fehlererkennung

- Stufe 1 Gleisfreimeldung:
  - Vermessungsfahrten; die digitale Karte muss nur bei baulichen Veränderungen angepasst werden.
- Stufe 2 Zugbeeinflussung:
  - Fehler aus Hinterlegung von Referenzpunkten möglich ➔ Prüfen ist aufwändiger als für die erste Stufe.
- Stufe 3 Signalisierung:
  - Wie Stufe 2; zusätzlich müssen fehlerhaft eingetragene Signalstandorte identifiziert werden.





## Fazit

- Regionale Schieneninfrastruktur gutes Einsatzfeld für die Entwicklung sicherheitskritischer Anwendungen mit Galileo aufgrund
  - geringerer Anforderungen als im Hochgeschwindigkeitsverkehr
  - hoher Streckenkosten bei heutigen streckenseitigen Ortungssystemen auf schwach ausgelasteten Strecken
- POSITRON Lösung für
  - eine schrittweise Erweiterung von möglichen Anwendungsstufen
  - migrierbare Technologie im Schienenverkehr
  - Übergang zu ETCS
- Digitale Karte
  - wesentliche Aspekte Fehler und Aktualität
  - Handlungsbedarf





## **Vielen Dank!**

**Kontakt:**

**Dr. Carla Eickmann  
Katrin Gerlach  
Matthias Grimm**

**Dr. Karsten Lemmer  
Dr. Michael Meyer zu Hörste**

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
in der Helmholtzgemeinschaft**

**Lilienthalplatz 7      38108 Braunschweig  
Telefon:+49 531 295-3401      Telefax:+49 531 295-3402**



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft